

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-197144

(43)Date of publication of application : 19.07.2001

(51)Int.Cl.

H04L 29/06

(21)Application number : 2000-005398

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 14.01.2000

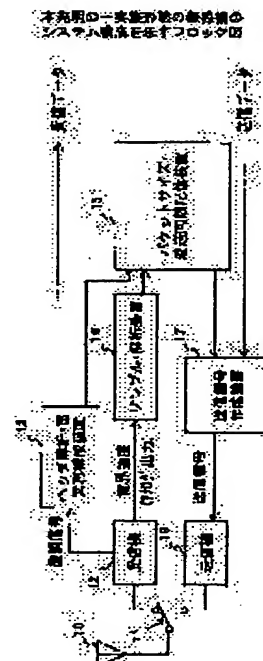
(72)Inventor : YASUKAWA KAZUYUKI
HAYASHI TAKAYOSHI
KATO SUSUMU

(54) RADIO EQUIPMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the communication of high reliability and high throughput by determining a packet size and the number of times of continuous packet transmission corresponding to fluctuation in the state of a radio channel.

SOLUTION: A received radio wave is demodulated by a receiver 12 and an electric field strength is measured. On the basis of the header contents of this demodulated signal, a header analyzing/telegraphic message reconstituting device 13 prepares and outputs receiving data. Besides, the ID of the transmitting source is extracted and it is stored in a packet size/continuous transmission time storage device 15. On the basis of the received electric field strength inputted from the receiver 12, a sample/analytic device 14 determines the suitable size and the number of times of continuous transmission for a packet to be transmitted to the transmitting source and stores them in the storage device 15. When transmitting data are inputted, while referring to the packet size and the number of times of continuous transmission in the storage device 15, a transmitting signal preparing device 17 prepares a continuously transmitting telegraphic message and sends it through a transmitter 18 and an antenna 10.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号

特開2001-197144

(P2001-197144A)

(43)公開日 平成13年7月19日(2001.7.19)

(51) Int.Cl.?

識別記号

FI

テ-マ-ト (参考)

H04L 29/06

H04L 13/00

305C 5K034

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2000-5398(P2000-5398)

(22)出願日 平成12年1月14日(2000.1.14)

(71)出願入 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72)発明者 安川 和行

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72)發明者 林 隆好

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(74) 代理人 100074099

弁理士 大菅 義之

最終頁に続く

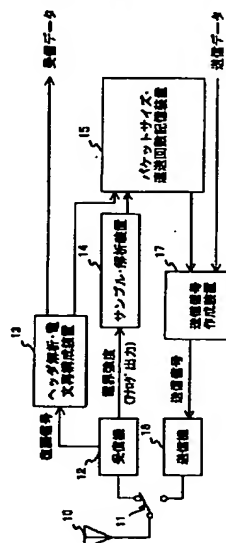
(54)【発明の名称】 無線機

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 無線回線の状態の変動に応じて、パケットサイズとパケット連送回数を決定し、高い信頼性と高いスループットの通信を実現する。

【解決手段】 受信電波は、受信機１２により復調されると共に電界強度が測定される。ヘッダ解析・電文再構成装置１３は、該復調信号のヘッダ内容を基に、受信データを作成・出力する。また、送信元のＩＤを抽出し、それをパケットサイズ・連送回数記憶装置１５に格納する。サンプル・解析装置１４は、受信機１２から入力される受信電界強度を基に、送信元に送信するパケットの適切なサイズと連送回数を決定し、これらを上記記憶装置１５に格納する。送信信号作成装置１７は、送信データが入力されると、記憶装置１５のパケットサイズと連送回数を参照して連送電文を構成し、送信機１８、アンテナ１０を介して送出する。

本発明の一実施形態の無線通信システムの構成を示すブロック図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 受信信号の電界強度をサンプリングし、該サンプリングデータから得られる無線回線の状態を規定するパラメータを基に、送信パケットのサイズを決定するパケットサイズ決定手段と、送信データを、該パケットサイズ決定手段によって決定されたサイズのパケットサイズに分割して連送する送信手段と、を備えることを特徴とする無線機。

【請求項2】 受信信号の電界強度をサンプリングし、該サンプリングデータから得られる無線回線の状態を規定するパラメータを基に、パケットの連送回数を決定する連送回数決定手段と、送信データを分割してパケットに格納し、該パケットを該連送回数決定手段によって決定された連送回数だけ連送する送信手段と、を備えることを特徴とする無線機。

【請求項3】 受信信号の電界強度をサンプリングし、該サンプリングデータから得られる無線回線の状態を規定するパラメータを基に、送信パケットのサイズ及びパケットの連送回数を決定するサンプル・解析手段と、該サンプル・解析手段によって決定されたパケットサイズと連送回数を基に、送信データを分割してパケットに格納し、該パケットを該連送回数だけ連送する送信手段と、を備えることを特徴とする無線機。

【請求項4】 前記サンプリングデータから得られる無線回線の状態を規定するパラメータには、少なくとも、受信電界強度の中央値、受信電界強度が閾値を下回る頻度、及び受信電界強度が閾値を下回る平均時間が含まれることを特徴とする請求項1、2または3記載の無線機。

【請求項5】 前記パケットサイズ決定手段、または前記サンプル・解析手段は、他の各無線機との間で通信する際のパケットサイズを、実際の通信時の無線回線の状態に応じて、更新することを特徴とする請求項1または3記載の無線機。

【請求項6】 前記連送回数決定手段、または前記サンプル・解析手段は、他の各無線機との間で通信する際のパケットの連送回数を、実際の通信時の無線回線の状態に応じて、更新することを特徴とする請求項2または3記載の無線機。

【請求項7】 前記パケットサイズ決定手段、または前記サンプル・解析手段は、他の各無線機との間で通信する際のパケットサイズを、テスト通信時に決定することを特徴とする請求項1または3記載の無線機。

【請求項8】 前記連送回数決定手段、または前記サンプル・解析手段は、他の各無線機との間で通信する際のパケットの連送回数を、テスト通信時に決定することを特徴とする請求項2または3記載の無線機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、パケットを用いてデータ通信を行う無線通信制御システム及び無線通信制御方式に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、通信の主流は、電話（音声）からデータに移行しつつある。これは、インターネットの急速な普及に伴い、マルチメディア通信の需要が急増したこと、携帯情報端末の利用が急速に普及したこと、さらには、携帯電話も、単なる音声通信のみでなく、メールを送受信したり、様々の情報を入手するためのモバイル端末として使用されるようになってきたことなどの社会的背景に起因している。

【0003】 また、企業などにおけるLAN (Local Area Network) も、ケーブル接続に伴う配線作業の煩雑さなどの理由から、無線LANに移行するものと予想される。このように、今後、さらに発展するネットワーク社会においては、通信の主流は、電話からデータへ、有線から無線へと移行し、無線によるデータ通信の重要性が、今後、さらに、高まるものと思われる。

【0004】 従来の無線通信システムとして、信頼性の向上のために、送信データをパケットに分割し、それらを連送する方式が知られている。この従来方式では、パケットのサイズ及び連送回数は、予め想定した通信環境（回線上での電界強度の変動の速さ・大きさなど）に基づいて決定されており、それらは固定的なものであった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来の無線通信システムでは、そのシステムが実際に使用される環境が、予め想定していた環境よりも劣悪である場合には、パケットの伝送誤りが多くなってしまうという問題が発生していた。また、これとは、逆に、想定環境よりも良好な環境で使用された場合には、無駄な連送によってスループット（通信速度）が低下するという問題が発生していた。

【0006】 ところで、無線通信網におけるパケット通信において、受信電波の電界強度に基づいて平均ランダムエラー率を想定し、このエラー率からエラー発生間隔を演算し、このエラー発生間隔に対し最もスループットが高くなるパケットサイズをリアルタイムに選択していくことで、よりスループットが高い可変長パケット通信を可能とする発明が、特開平11-205216号公報に開示されている。

【0007】 しかしながら、本発明は、下記の（1）～（5）の点で、この公知技術とは、根本的に異なるものである。

（1） 上記公知技術は、受信電界強度の変動のスピードが一意（一定）であることを暗に前提としているが

(例えば、(数2)および図5参照)、本発明は、このような前提を必要としない。

(2) 上記公知技術は、エラー発生状況に応じて、パケットサイズのみを変更するようにしているが、本発明はパケットサイズのみならず、パケットの連送回数も変更させる。

(3) 上記公知技術は、ARQ (Automatic Repeat Request) 等の再送プロトコルを前提としているが、本発明は、このような再送プロトコルなどによる誤り制御を必要としない。

(4) 上記公知技術は、測定した電界強度から「平均ランダムエラー率」を想定し、これに基づいてパケットサイズを決定している。この場合、平均ランダムエラー率を想定するためには、電界強度の値は一つ(平均値または中央値)でよい。

(5) 上記公知技術は、無線回線におけるランダムなエラーの発生への対処を主目的としており、バースト的なエラーには対応できない。実際の無線通信においては、エラーの発生はランダムというよりは、むしろバースト的な性質を持つ。このバースト的なエラーは、データ通信において重要である。

【0008】また、通信において、重要なパラメータとして、スループットの他に信頼性がある。これら2つのパラメータは、互いに、トレードオフの関係にあるが、上記公知技術では、スループットのみを向上を図っているため、信頼性を保証するためにARQ等の再送プロトコルを使用する必要がある。これに対し、本発明では、上述したように、パケットサイズのみならずパケットの連送回数も変更させるので、再送プロトコルを使用せずに、信頼性を確保することが可能である。したがって、本発明は、上記公知技術では対応できない、データ伝送など、無線通信において、より高い信頼性を求められるアプリケーションにも適用可能である。

【0009】本発明は、様々な環境においても、高い信頼性を確保しつつ、スループットも最適化できる無線機を提供することを目的とする。また、バースト的なエラーにも対処可能で、データ通信に好適な無線機を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の態様の無線機は、受信信号の電界強度をサンプリングし、該サンプリングデータから得られる無線回線の状態を規定するパラメータを基に、送信パケットのサイズを決定するパケットサイズ決定手段と、送信データを、該パケットサイズ決定手段によって決定されたサイズのパケットサイズに分割して連送する送信手段とを備えることを特徴とする。

【0011】本発明の第1の態様の無線機のパケットサイズ決定手段は、上記パラメータを基に無線回線の状態を判断し、例えば、無線回線の状態が悪いときには送信

パケットのサイズを小さくする。また、逆に、無線回線の状態が良好なときには、送信パケットのサイズを大きくする。

【0012】このように、本発明の第1の態様の無線機は、上記パラメータを基に無線回線の状態を把握し、無線回線の状況の変化に応じて送信パケットのサイズを変更することにより、パケット損失の少ない信頼性の高い無線通信を実現する。

【0013】本発明の第2の態様の無線機は、受信信号の電界強度をサンプリングし、該サンプリングデータから得られる無線回線の状態を規定するパラメータを基に、パケットの連送回数を決定する連送回数決定手段と、送信データを分割してパケットに格納し、該パケットを該連送回数決定手段によって決定された連送回数だけ連送する送信手段とを備えることを特徴とする。

【0014】本発明の第2の態様の無線機の連送回数決定手段は、上記パラメータを基に無線回線の状態を判断し、例えば、無線回線の状態が悪いときには、パケット(電文)の連送回数を大きくする。これにより、無線回線の状態が悪く、パケット損失の可能性が高いときにも、信頼性の高い無線通信を実現する。

【0015】また、本発明の第2の態様の無線機の連送回数決定手段は、上記パラメータを基に無線回線の状態を判断し、例えば、無線回線の状態が良好であるときにはパケット(電文)の連送回数を小さくする。これにより、無線回線の状態が良好なときには、スループット(伝送効率)を向上させる。

【0016】本発明の第3の態様の無線機は、受信信号の電界強度をサンプリングし、該サンプリングデータから得られる無線回線の状態を規定するパラメータを基に、送信パケットのサイズ及びパケット(電文)の連送回数を決定するサンプル・解析手段と、該サンプル・解析手段によって決定されたパケットサイズと連送回数を基に、送信データを分割してパケットに格納し、該パケットを該連送回数だけ連送する送信手段とを備えることを特徴とする。

【0017】本発明の第3の態様の無線機のサンプル・解析手段は、上述した本発明の第1の態様の無線機のパケットサイズ決定手段の機能と本発明の第2の態様の無線機の連送回数決定手段機能を備えており、本発明の第3の態様の無線機の送信手段は、上述した本発明の第1の態様の無線機の送信手段と第2の態様の無線機の送信手段の機能を備えているため、無線回線の状態に応じて、信頼性の高さとスループットの高さを兼ね備えた無線通信を実現することができる。

【0018】上記本発明の第1、2、または3の態様の無線機において、前記サンプリングデータから得られる無線回線の状態を規定するパラメータには、例えば、少なくとも、受信電界強度の中央値、受信電界強度が閾値を下回る頻度、及び受信電界強度が閾値を下回る平均時

間が含まれる。

【0019】このような構成において、本発明の第1の態様の無線機のケットサイズ決定手段または第3の態様の無線機のサンプル・解析手段は、例えば、受信電界強度が閾値を下回る時間が短い、受信電界強度が閾値を下回る頻度が高い場合には送信ケットのサイズを小さくする。また、受信電界強度が閾値を下回ることが無く、しかも受信電界強度の平均値が十分に高い場合には送信ケットのサイズを大きくする。

【0020】また、本発明の第2の態様の無線機の連送回数決定手段または第3の態様の無線機のサンプル・解析手段は、例えば、受信電界強度の平均値が小さい場合、または受信電界強度が閾値を下回る頻度が高い場合には、ケット（電文）の連送回数を大きくする。これにより、無線回線の状態が悪く、ケット損失の可能性が高い場合でも、信頼性の高い無線通信を実現する。

【0021】また、さらに、本発明の第2の態様の無線機の連送回数決定手段または第3の態様の無線機のサンプル・解析手段は、例えば、受信電界強度が閾値を下回ることが無く、しかも受信電界強度の平均値が十分に高い場合にはケット（電文）の連送回数を小さくする。これにより、無線回線の状態が良好なときには、スループット（伝送効率）を向上させる。

【0022】本発明の第1の態様の無線機のケットサイズ決定手段または第3の態様の無線機のサンプル・解析手段は、例えば、他の各無線機に送信するケットのサイズを、実際の通信時の無線回線の状態に応じて更新する。これにより、無線回線の状態の変化にリアルタイムに追従して、送信ケットのサイズを適切に設定することができる。

【0023】本発明の第2の態様の無線機の連送回数決定手段または第3の態様の無線機のサンプル・解析手段は、他の各無線機に送信するケット（電文）の連送回数を、実際の通信時の無線回線の状態に応じて、更新する。これにより、無線回線の状態の変化にリアルタイムに追従して、ケットの連送回数を適切に設定することができる。

【0024】本発明の第1の態様の無線機のケットサイズ決定手段または第3の態様の無線機のサンプル・解析手段は、例えば、他の各無線機に送信するケットのサイズを、テスト通信時に固定的に決定する。これにより、通常の通信時には、該ケットサイズを更新する処理が不要となるため、無線機に実装するプロトコル制御部を簡略化できる。

【0025】本発明の第2の態様の無線機の連送回数決定手段または第3の態様の無線機のサンプル・解析手段は、他の各無線機に送信する際のケット（電文）の連送回数を、テスト通信時に固定的に決定する。これにより、通常の通信時には、該連送回数を更新する処理が不要となるため、無線機に実装するプロトコル制御部を簡

略化できる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。図1は、本発明の一実施形態の無線機のシステム構成を示すブロック図である。本実施形態の無線機は、ケットによりデータを無線で送受信する。この本実施形態の無線機を用いて無線通信システムを構築することができる。

【0027】アンテナ10は、電波（受信信号）を受信し、それを受信機12に出力する共に、送信機18から入力される無線周波数帯域の送信信号を電波として送出する。

【0028】アンテナ10と受信機12並びに送信機18との間には、切替えスイッチ11が設けられており、この切替えスイッチ11の操作により、電波の受信と送信が切り替えられる。

【0029】受信機12は、入力される受信信号から復調信号を生成する共に受信電波の電界強度（受信電界強度）を測定する。そして、受信機12は、復調信号をヘッダ解析・電文再構成装置13に出力すると共に、受信電界強度をサンプル・解析装置14にアナログ出力する。

【0030】ヘッダ解析・電文再構成装置13は、復調信号（ケット）のヘッダから、ケット長・連送回数などを読み取り、適宜、データの再構成を行い、再構成された受信データを出力する。また、ヘッダから抽出した自局ID（送信元の無線機のNo.）を自機の相手局IDとしてケットサイズ・連送回数記憶装置15に書き込む。尚、上記復調信号（ケット）のフォーマットについては後述する。

【0031】サンプル・解析装置14は、受信機12から入力されるアナログ信号である受信電界強度をサンプリングし、そのサンプルデータの中央値、閾値を下回る頻度、及び閾値を下回る平均時間を計測し、これら3つの計測データや無線通信の信頼性に係わるパラメータ等を基に、送信すべきケットのサイズと連送回数を決定する。そして、このケットサイズ及び連送回数をケットサイズ・連送回数記憶装置15に格納する。

【0032】ケットサイズ・連送回数記憶装置15は、RAMなどの半導体メモリや外部記憶装置等から成り、図2に示すテーブル20のような形式で、上記ケットサイズ並びに連送回数を、通信相手先の各無線機の識別子（No.）毎に、個別に記憶する。

【0033】図2に示すように、テーブル20の各エントリには、「無線機No.」、「ケットサイズ」、及び「連送回数」の各項目が格納される。上述したように、無線機No.はヘッダ解析・電文再構成装置13によって、ケットサイズ及び連送回数はサンプル・解析装置14によって、それぞれ、格納される。

【0034】送信信号作成装置17は、送信データが入

力されると、それから送信相手先の無線機の識別子(N o.)を読み出し、その識別子をキーとしてパケットサイズ・連送回数記憶装置15から、該送信相手先の無線機に送信するパケットのサイズと連送回数を読みだす。そして、それらの読み出し情報を基に、図3に示すような手順で、上記送信データをパケット分割して、連送電文を作成する。

【0035】ここで、図3を参照しながら、送信信号作成装置17が入力される送信データから連送電文を作成する手順を説明する。送信信号作成装置17は、図3

(a)に示す送信データを、パケットサイズ・連送回数記憶装置15から読みだした当該パケットサイズに基づき、同図(b)に示すようにn個(nは任意の正の整数)の情報部1、情報部2、...、情報部nに分割する。情報部1、情報部2、...、情報部nは、同一のサイズであり、パケットのヘッダサイズを考慮して決定される。

【0036】送信信号作成装置17は、次に、同図(c)に示すように、上記各情報部1、情報部2、...、情報部nに、それぞれ、ヘッダ1、ヘッダ2、...、ヘッダnを付加して、パケット1、パケット2、...、パケットnを作成する。これらパケット1、パケット2、...、パケットnの各サイズは、上記パケットサイズ・連送回数記憶装置15から読みだされたパケットサイズに等しい。

【0037】続いて、送信信号作成装置17は、同図(c)に示すように、上記n個のパケット1、パケット2、...、パケットnを連結して連送電文(連送電文1、連送電文2、...、連送電文N)を作成し、連送電文1、連送電文2、...、連送電文Nの順に、順次、送信機18に出力する。

【0038】連送電文1、連送電文2、...、連送電文Nは、いずれも、各パケットのヘッダ部を除いて同一の内容であり、Nの値はパケットサイズ・連送回数記憶装置15から読みだされた連送回数に等しい。

【0039】送信機18は、送信信号作成装置17から入力される連送電文を、無線周波数帯域の信号に変調・増幅し、切替スイッチ11及びアンテナ10を介して、外部に送出する。

【0040】図4は、図3(c)に示すパケットi(i=1~n)のヘッダの詳細なデータ構造を示す図である。図4に示すように、パケットiのヘッダは、「同期信号」、「ID(識別子)」、「連送情報」、及び「パケット情報」から成る。

【0041】同期信号は、「ビット同期信号」と「フレーム同期信号」から成り、それぞれ、ビット同期とフレーム同期をとるために使用される。IDは、「自局ID」と「相手局ID」とから成る。自局IDは送信元の無線通信機のID(無線機N o.)であり、相手局IDは送信先の無線機のID(無線機N o.)である。

【0042】連送情報は、「連送N o.」と「連送総数」から成る。連送N o.は、連送電文1、連送電文2、...、連送電文Nを識別するための識別子である。連送総数は、上記連送回数に等しい。受信側の無線機は、この連送総数を基に、連送されてくる電文の個数を知ることができる。

【0043】パケット情報は、「パケットN o.」、「パケットサイズ」、及び「パケット総数」から成る。パケットN o.は、パケット1、パケット2、...、パケットNを識別するための識別子である。パケットサイズは、パケットi(i=1~n)のサイズを示す情報である。また、パケット総数は、1つの連送電文に含まれるパケットの総数を示す情報である。

【0044】次に、上記構成の図1の無線機の動作を、図5及び図6のフローチャートを参照しながら説明する。図5は、該無線機の受信時の動作を説明するフローチャートである。

【0045】まず、受信信号は、アンテナ10により受信され、切替スイッチ11を介して受信機12に入力される。そして、受信機12は、その受信信号を復調し、その復調信号をヘッダ解析・電文再構成装置13に出力する(ステップS11)。

【0046】ヘッダ解析・電文再構成装置13は、入力される復調信号(パケット)のヘッダの内容を基に、上述のようにして電文を再構成し、それを受信データとして出力する(ステップS12、S13)。

【0047】また、ヘッダ解析・電文再構成装置13は、上記復調信号(パケット)のヘッダから自局IDを取り出し、これを、自機の送信先の無線機のID(無線機N o.)すなわち、相手局IDとして、パケットサイズ・連送回数記憶装置15の当該エントリに格納する(ステップS12、S14)。

【0048】また、受信機12は、受信信号の電界強度(受信電界強度)をサンプル・解析装置14に出力する。サンプル・解析装置14は、入力される受信電界強度(アナログ信号)をサンプリングし(ステップS15)、続いて、そのサンプリング結果を基に、上述した方法により受信電界強度の中央値、受信電界強度が閾値を下回る頻度、及び受信電界強度が閾値を下回る平均時間を算出するサンプルデータ解析を行う(ステップS16)。

【0049】次に、サンプル・解析装置14は、ステップS16で得られた上記3つの情報や信頼性のパラメータ等を基に、送信するパケットのサイズ及び連送回数を演算し(ステップS17)、それらをパケットサイズ・連送回数記憶装置15の上記当該エントリに格納する(ステップS14)。

【0050】ところで、パケットサイズ・連送回数記憶装置15のデータの更新を、無線機設置時のテスト通信時のみに行う場合には、ステップS14~S17の処理

は、テスト通信時のみに実施され、通常の受信時には、ステップS11～S13の処理、すなわち、受信データ（電文）の再構成のみが行われる。

【0051】次に、図6のフローチャートを参照しながら、図1の無線機の送信信号の送信時の動作を説明する。送信信号作成装置17は、送信データが入力されると、それから相手局IDを取得し（ステップS21）、その相手局IDをキーとして、パケットサイズ・連送回数記憶装置15に格納されている該相手局IDを有する送信先無線機のパケットサイズと連送回数を参照する（ステップS22）。

【0052】そして、送信信号作成装置17は、上記参照したパケットサイズと連送回数を基に、図3に示す手順で当該数の連送電文を作成し、それらから構成される送信信号を送信機18に出力する（ステップS23）。

【0053】図7は、図1の無線機が受信する受信信号の電界強度の時間的変動の一例を示す図である。同図において、横軸が時間[sec]、縦軸が受信電界強度

[dBm]である。また、同図の場合には、受信電界強度の閾値50は110[dBm]に設定されている。

【0054】受信電界強度60が、図7に示すように時間的に変動する場合、ある受信パケットにおいて、その信号の一部の受信電界強度60の値が閾値50を下回ると、そのパケットは破棄される。図7の場合、時間が“10sec”、“60sec”、及び“95sec”の近辺において、受信電界強度60が閾値50を下回っている。このとき、パケット長の長いパケットAは、その両端の近くで受信電界強度60が閾値50を下回るため破棄される。一方、パケット長の短いパケットBは、いずれの部分においても、受信電界強度60が閾値50を下回らないため、正常に受信される。

【0055】このことから、通信の信頼性を向上させるためには、パケット長を短くした方（パケットサイズを小さくした方）が有利であることが分かる。次に、図8は、電文をパケットに分割しないで伝送した場合の問題点を説明する図である。

【0056】同図(a)、(b)において、網掛け部分70、80が受信電界強度が閾値を下回る部分を示している。同図(a)に示すように、電文をパケットに分割しないで連送すると、最初の電文及び連送した次の電文のいずれも、網掛け部分70、80で受信電界強度が閾値を下回るため、いずれの電文も破棄され、伝送に失敗する。

【0057】これに対し、同図(b)に示すように、電文をパケット1、パケット2、及びパケット3の3個のパケットに分割して連送すると、最初の電文の伝送においては、パケット1の一部が網掛け部分70の時間帯に該当するため、パケット1は破棄されるが、パケット2とパケット3は正常に受信される。また、次に電文を連送した場合には、パケット2の先頭部分が網掛け部分8

0の時間帯に該当するため、パケット2は破棄されるが、パケット1とパケット3は正常に受信される。この結果、受信側の無線機では、同図(c)に示すように、電文を再構成（再構築）することにより、パケット1、パケット2、及びパケット3を正しく受信することができ、電文の伝送に成功する。

【0058】このように、電文をパケットに分割して連送することにより、電文伝送の成功確率が高まることが分かる。また、同じ長さの電文を伝送しようとする場合、パケットサイズを小さくすればするほど、パケットのヘッダ部の伝送によるオーバーヘッドが大きくなり、さらに、送信するパケットの総数は増えるので、スループット（伝送効率）は低下する。

【0059】以上のような前提などから、

① 受信電界強度が閾値を下回る平均時間が短い場合の頻度が高い場合には、パケットサイズを小さくすることにより、無線回線の通信品質の変動により生じるパケット損失をより少なくすることが可能となる（連送により、損失したパケットを救済する可能性を高めることができる）。

② 受信電界強度の中央値が小さい場合、または受信電界強度が閾値を下回る頻度が高い場合は、無線回線の状態が悪いと考えられる。このような場合には、連送回数を増加することにより、通信の信頼性の向上を図る。

③ 受信電界強度が閾値を下回ることがなく（もしくは下回る頻度が非常に小さく）、かつ受信電界強度の中央値が十分に高い場合は、無線回線の状態が良いと考えられる。したがって、このような場合には、パケットサイズを大きくして、かつ連送回数も減少させることにより伝送効率を向上させる。

【0060】図5のフローチャートのステップS17では、上記①～③を基本的な指針として、パケットサイズと連送回数を決定する。ところで、図1の無線機が他の各無線機と通信する際のパケットサイズと連送回数を、無線通信システムを稼働させる前に、テスト通信により決定するようにしてもよい。例えば、無線回線の統計的性質が、通信時間と比べて十分に長い時間で観測したときに変化しないと判断できる場合、テスト通信によりパケットサイズ・連送回数を決定し、システム稼働後は、それらを固定値として使用することにより、プロトコルを簡略化することが可能となる。

【0061】以上、説明した本実施形態の無線機によれば、再送プロトコルを必要としないので、設計が容易になる。また、本実施形態の無線機は、再送プロトコルを使用する代わりに、無線回線の状態に応じてパケットの連送回数を可変制御することにより、通信品質の信頼性を確保するようにしている。したがって、本実施形態の無線機は、信頼性が要求される各種アプリケーションにも適用可能である。

【0062】尚、上述した実施形態では、受信信号の電

界強度のサンプリングデータから得られる無線回線の状態を規定するパラメータとして、受信電界強度の中央値、受信電界強度が閾値を下回る頻度、及び受信電界強度が閾値を下回る平均時間を使用するようにしているが、本発明はこれらのパラメータに限定されるものではなく、他の無線回線の状態を規定するパラメータを使用することも可能であることはいうまでもない。また、受信電界強度の中央値の代わりに受信電界強度の平均値を使用するようにしてもよい。

【0063】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明によれば、受信電界強度をサンプリングし、そのサンプルデータの解析結果に基づいて、パケットサイズ及びパケットの連送回数を調整して、データを送信するので、高い信頼性と高いスループットを兼ね備えた無線通信を実現することが可能となる。また、本発明は、受信電界強度をサンプリングしながら、無線回線の変動状況を監視するようにしているので、無線回線におけるバースト的なエラーの発生にも対処可能であり、無線回線を利用したデータ通信において、高い信頼性を確保できる。このため、本発明は、データ伝送の信頼性を重視する分野に好適である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態の無線機のシステム構成を示すブロック図である。

【図2】パケットサイズ・連送回数記憶装置に記憶される情報のデータ構造を示す図である。

【図2】

パケットサイズ・連送回数記憶装置に記憶される情報のデータ構造を示す図

20

無線機No.	パケットサイズ	連送回数
1	32Kbyte	4
2	128byte	2
...
M	64byte	3

【図3】本実施形態における、送信データをパケットに分割して、該パケットを連送する手順を説明する図である。

【図4】本実施形態における、パケットのヘッダの詳細なデータ構造を説明する図である。

【図5】本実施形態の無線機の受信時の動作を説明するフローチャートである。

【図6】本実施形態の無線機の送信時の動作を説明するフローチャートである。

10 【図7】受信電界強度の時間的変動とパケットサイズとの関連性を示す図である。

【図8】電文連送よりも、電文をパケットに分割して、連送する利点を説明する図である。

【符号の説明】

10 アンテナ

11 切替えスイッチ

12 受信機

13 ヘッダ解析・電文再構成装置

14 サンプル・解析装置

20 15 パケットサイズ・連送回数記憶装置

17 送信信号作成装置

18 送信機

20 パケットサイズ・連送回数記憶装置に格納されるテーブル

50 受信電界強度の閾値

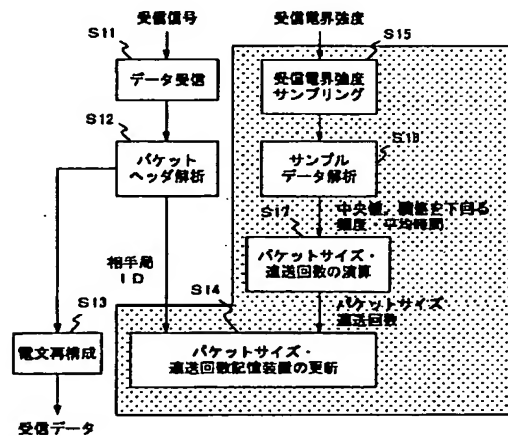
60 受信電界強度

70、80 受信電界強度が閾値を下回る部分

【図5】

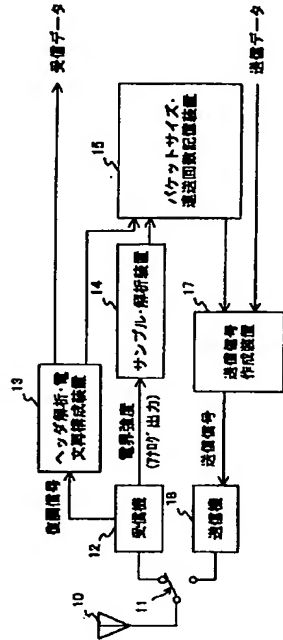
本実施形態の無線機の受信時の動作を説明するフローチャート

受信時



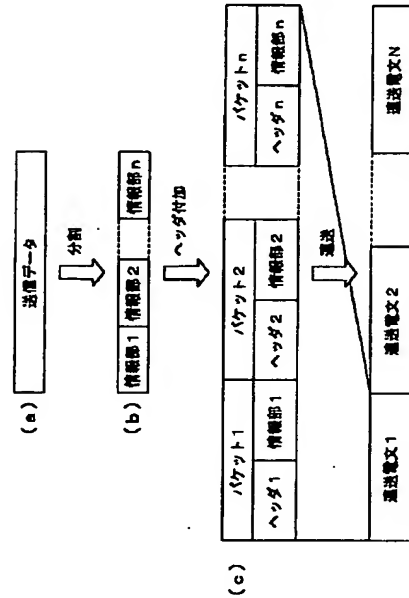
【図1】

本発明の一実施形態の無線機のシステム構成を示すブロック図



【図3】

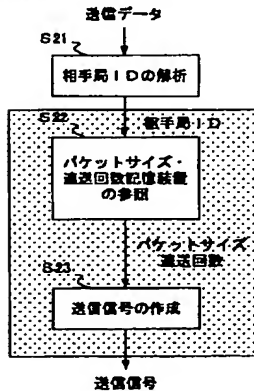
本実施形態における、送信データをパケットに分割して、該パケットを送送する手順を説明する図



【図6】

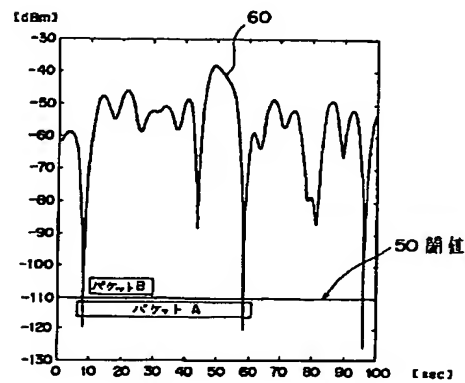
本実施形態の無線機の送信時の動作を説明するフローチャート

送信時



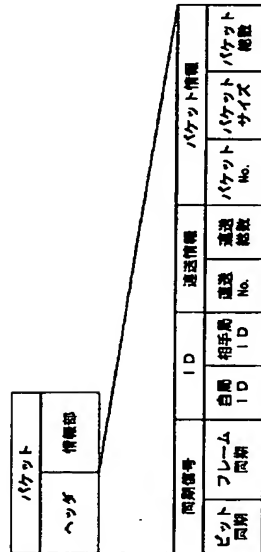
【図7】

受信電界強度の時間的変動と
パケットサイズとの関連性を示す図



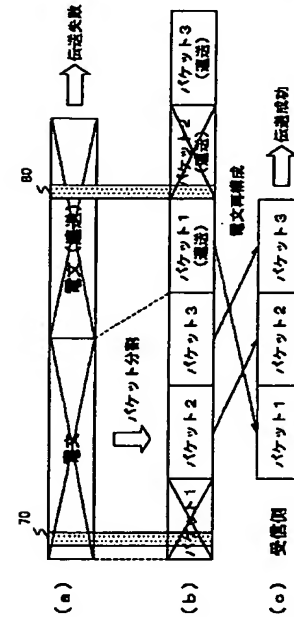
【図4】

本実施形態における、パケットのヘッダの詳細なデータ構造を説明する図



【図 8】

電文運送よりも、電文をパケットに分割して、運送する利点を説明する図



フロントページの続き

(72)発明者 加藤 進
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
富士電機株式会社内

Fターム(参考) 5K034 AA05 EE03 HH63